

人工砂を利用したモルタルの強度特性に関する基礎的研究

松江工業高等専門学校 環境・建設工学科

正会員

高田 龍一

学生会員

○吉持 拓哉

専攻科

学生会員

安井 千尋

島根大学

農学部

正会員

野中 資博

1 はじめに

廃棄物の再資源化の促進は社会的ニーズとなっている。現在細骨材(砂)として使用されている天然砂は、環境保全などの社会的制約を受け、入手が困難になることが予想される。その際、天然砂の代替品として任意のサイズの造粒物が提供できれば、土木、建築業界にとってもメリットとなるものと考えられる。人工砂の効果として、任意のサイズの砂が造れることや細骨材の粒度調整用として有効なこと、また資源の有効利用と細骨材の採取による環境に対する負荷を抑制することになり、循環型社会の形成に役立つことなどが挙げられる。本研究では、鋳物ダストを原料とした人工砂と、廃石膏ボード粉体を原料とした人工砂の2種類の人工砂について、コンクリート材料としての利用の可能性について検討を行った。

2 試験概要

今回はダスト造粒物を使用した人工砂がサンプル1~4の4種類、廃石膏ボード粉を使用した人工砂をサンプル5として試験を行った。サンプル1についてはセメント量がもっとも少なく、サンプル2が現在人工砂として開発を進めている標準的な配合となっている。サンプル3, 4は砂の高強度化を図るために、セメント量を30%, 50%と増量したものとなっている。サンプル5の廃石膏を利用した人工砂は、2水石膏を利用したため造粒物内でセメントとの反応によりエトリングタイトの形成が期待され、コンクリート骨材以外の吸着材としての機能も期待されている。モルタル供試体の作成にあたってセメントは普通ポルトランドセメント、ベース細骨材としてISOの標準砂を使用した。配合は鋳物ダスト人工砂についてW/C=45%, 55%, 65%, C/S=1:2.25とし細骨材の内割りで各サンプルを0%, 10%, 30%, 50%混入し4水準のモルタルを作成した。また、W/C=45%のサンプル1~3については混練りが困難であったため減水材をセメント量の1%程度配合した。廃石膏人工砂のモルタル供試体についてもセメント、ベース細骨材はダスト造粒物と同様のものを使用し、W/C=45%, 55%, 65%, C/S=1:2.25とし、細骨材の内割りで各サンプルを0%, 10%, 20%, 30%混入し4水準のモルタルを作成した。また、試験方法についてはモルタル練り上がり直後にフロー試験を行い標準水中養生を行った。標準水中養生後サンプル1~4に対しては28日の曲げ強度および圧縮強度を測定し、サンプル5については材齢7, 28, 91日曲げ、圧縮強度試験を行った。表1, 2, 3にダスト人工砂、廃石膏人工砂の性質と配合を示す。

表1 ダスト人工砂比重及び吸水率

比重	表乾	2.06-2.15
	絶乾	1.75-1.86
吸水率	%	15.2-17.9
単位体積重量	kg/1	1.00-1.16

表2 廃石膏人工砂比重及び吸水率

吸水率	16.27%
比重	2.216

表3 今回使用した人工砂の配合

サンプルNO.	再生ダスト	水洗汚泥	セメント	水
1	45%	45%	10%	15%
2	85%		15%	15%
3	70%		30%	16.60%
4	50%		50%	17%
5	再生コンクリート	廃石膏		
	80%	20%	20%	15%

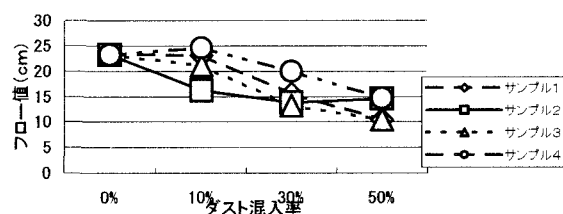


図1 フロー値(W/C=55%)

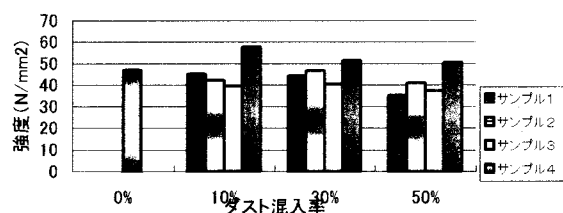


図2 圧縮強度(W/C=55%)

3 結果・考察

最初にダスト造粒物を使用した人工砂を用いた試験の結果について示す。

図1にフロー値を示す。いずれのW/Cにおいても、人工砂の混入率に伴ってフロー値の低下が明らかとなった。いずれも人工砂の吸水率の高いことが原因として考えられるがセメントの混入率の高いサンプル4が低下の割合の低いことが明らかである。

図2にW/C=55%の圧縮強度の試験結果を示す。サンプル4を混入した場合、どの混入率においてもcontrolに比べ高い強度を示した。また、サンプル1, 2, 3においても混入率30%までは強度

低下は見えてとれないが混入率 50%になると control と比べ、強度低下が明らかに見られた。サンプル 4 が高い値を示す理由として、サンプル 4 には造粒配合において、セメントが多く含まれているため砂の高強度化がモルタル強度の増進に影響していると考えられる。

図 3 に各水セメント比における混入率 30%の圧縮強度の結果を示す。サンプル 1, 2, 3 において $W/C=45\%$ では $W/C=55\%$ の値より低下もしくは同等の値を示している。

サンプル 4 は control と同様に、水セメント比に応じた強度の変化を示し、さらに control 以上の強度を示していることが分かる。これは、サンプル 1～3 は造粒物のセメントの割合が低く、骨材としての強度が低いため水セメント比が低下したにもかかわらずペースト強度より骨材強度が低いため、これによりモルタル強度が支配されていると考えられる。 $W/C=55\%$, 65% では、ペースト強度が低下するため、control と同様な強度発現傾向を示したと考えられる。図 2, 3 の実験結果より、サンプル 4 は各水セメント比において control 以上の強度を示し、コンクリート骨材として充分利用可能であると考えられる。セメント量の劣るサンプル 1～3 については、control より強度の低下は示すものの、水セメント比 55%以上の低強度コンクリートにおいては充分利用が可能であると考えられる。図には示していないが、曲げ強度においても圧縮強度と同様な強度発現の傾向を示している。

次に図 4, 5, 6 に廃石膏人工砂の結果を示す。

図 4 より $W/C=45\%$ では control に比べフロー値は増加している。 $W/C=55$, 65% では混入率が増加してもフロー値に大きな影響は見られない。この原因としては使用した廃石膏は 2 水石膏であるため、吸水率試験においては砂に含まれる水分が失われ、高い吸水率を示したが細骨材として使用した際には 2 水石膏として十分水分を含んだ状態にあると考えられる。

図 5 に $W/C=65\%$ の配合の圧縮強度の値を示す。 $W/C=45\%$, 55% では各混入率とも control の値に比べ強度低下の傾向が見られたが、 $W/C=65\%$ においては、control の値と同等もしくは上回る値を示した。このことは骨材の強度に由来していると考えられ、水セメント比が低い配合はペースト強度が高く、骨材強度にモルタル強度が支配され水セメント比高くなるとペースト強度も低くなるため骨材強度に支配されることなく、ペースト強度によりモルタルの強度が支配されることが考えられる。

図 6 に混入率 30%の配合の各水セメント比に対する圧縮強度を示しているが、ダスト造粒物を利用した配合のような特異点は見られない。このことから、廃石膏砂も高強度コンクリートには適さないが、水セメント比の高い低強度コンクリートには充分利用可能であると考えられる。

4 まとめ

今回の実験より、細骨材として鋳物加工砂、廃石膏人工砂が利用状況に応じて有効利用できることが明らかになった。問題としては、骨材の強度の改善にあり、造粒技術が進歩すれば適用範囲も広がりより効果的であると考えられる。これらが最終的に使用可能となれば土木、建築業界はもちろん、鋳物産業にも経済面で大きな効果が得られる。また産業廃棄物であるダスト、廃石膏ボードを使用するため、リサイクル効果の点からも有効であると考えられる。

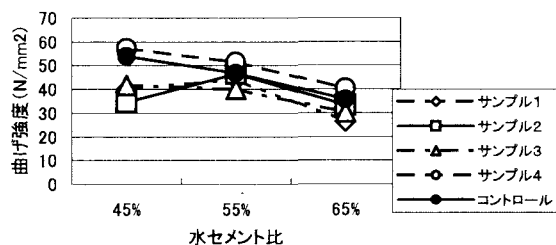


図3 各水セメント比における圧縮強度(混入率30%)

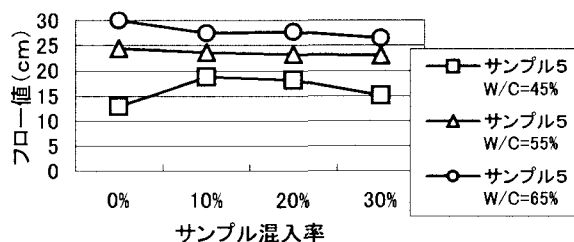


図4 フロー値(サンプル5)

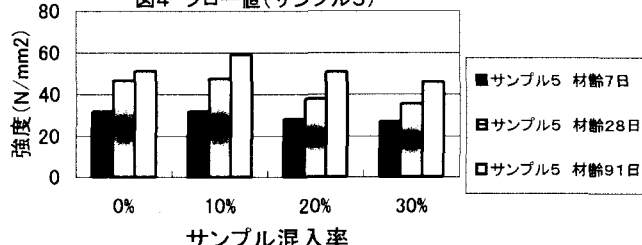


図5 サンプル5圧縮強度($W/C=65\%$)

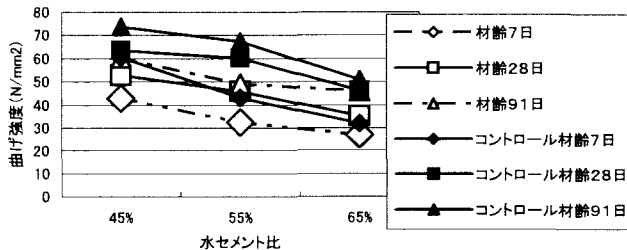


図6 各水セメント比における圧縮強度(混入率30%)